

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-230705

(43)Date of publication of application : 19.08.1992

(51)Int.Cl.

G02B 5/30

G02B 27/28

G03B 33/12

H04N 5/74

(21)Application number : 03-136945

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 14.05.1991

(72)Inventor : KAWASAKI SHIGERU  
MITSUTAKE HIDEAKI

(30)Priority

Priority number : 02126752  
02266346Priority date : 18.05.1990  
05.10.1990

Priority country : JP

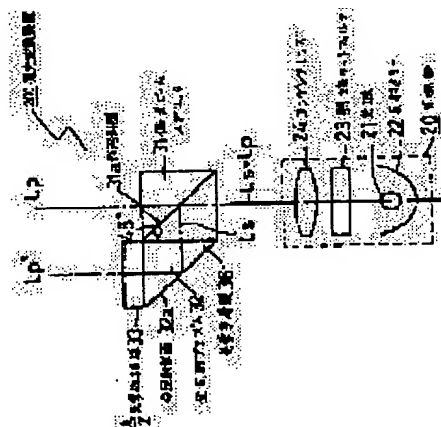
JP

(54) POLARIZED LIGHT CONVERSION DEVICE, POLARIZED LIGHT ILLUMINATING DEVICE  
HAVING THIS POLARIZED LIGHT CONVERSION DEVICE AND PROJECTION TYPE DISPLAY  
DEVICE HAVING POLARIZED LIGHT ILLUMINATING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the polarized light conversion device which can prevent the crosstalk of P polarized light and S polarized light.

CONSTITUTION: This conversion device has a 1st prism having a 1st slope which receives the light from a light source and splits this light to 1st and 2nd light having the planes of polarization intersecting orthogonally with each other, a 1st exit face from which this 1st light emits and a 2nd exit face from which this 2nd light emits, a 2nd prism having an incident face which is disposed to face the 2nd exit face of the above-mentioned 1st prism, a 2nd slope which reflects and deflects the 2nd light from this incident surface and directs the light to an optical path nearly parallel with the optical path of the 1st light and a 3rd exit face which emits the 2nd light reflected by the 2nd slope, and a transparent layer which is crimped by the exit face of the 1st prism and the incident face of the 2nd prism. The above-mentioned transparent layer has the refractive index smaller than the refractive index of the 1st prism.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 5/30		7724-2K		
27/28	Z	9120-2K		
G 0 3 B 33/12		7316-2K		
H 0 4 N 5/74	A	7205-5C		

審査請求 未請求 請求項の数6(全 21 頁)

(21)出願番号 特願平3-136945

(22)出願日 平成3年(1991)5月14日

(31)優先権主張番号 特願平2-126752

(32)優先日 平2(1990)5月18日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(31)優先権主張番号 特願平2-266346

(32)優先日 平2(1990)10月5日

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 川崎 茂

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 光武 英明

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

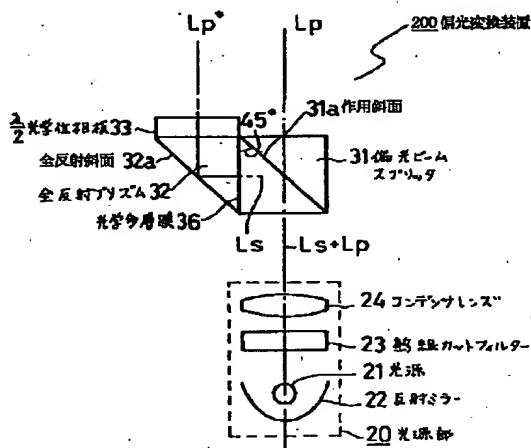
(74)代理人 弁理士 若林 忠

(54)【発明の名称】 偏光変換装置、該偏光変換装置を備えた偏光照明装置および該偏光照明装置を有する投写型表示装置

(57)【要約】

【目的】 P偏光光とS偏光光のクロストークを防止できる偏光変換装置を提供すること。

【構成】 光源からの光を受け互いに偏光面が直交する第1、第2光に分割する第1斜面と該第1光が射出する第1射出面と該第2光が射出する第2射出面とを有する第1プリズムと、前記第1プリズムの前記第2射出面に対向させて配した入射面と該入射面からの前記第2光を反射偏向して前記第1光の光路とほぼ平行な光路に向ける第2斜面と該第2斜面で反射した前記第2光が射出する第3射出面とを有する第2プリズムと、前記第1プリズムの前記第2射出面と前記第2プリズムの前記入射面によって挟持される透明層とを有し、該透明層は前記第1プリズムよりも小さな屈折率を有する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの光を受け互いに偏光面が直交する第1、第2光に分割する第1斜面と該第1光が射出する第1射出面と該第2光が射出する第2射出面とを有する第1プリズムと、前記第1プリズムの前記第2射出面に対向させて配した入射面と該入射面からの前記第2光を反射偏向して前記第1光の光路とほぼ平行な光路に向ける第2斜面と該第2斜面で反射した前記第2光が射出する第3射出面とを有する第2プリズムと、前記第1プリズムの前記第2射出面と前記第2プリズムの前記入射面によって挟持される透明層とを有し、該透明層は前記第1プリズムよりも小さな屈折率を有することを特徴とする偏光変換装置。

【請求項2】 光源からの光を受け、互いに偏光面が直交する第1、第2光に分割する第1斜面と該第1光が射出する第1射出面と該第2光が射出する第2射出面とを有する第1プリズムと、前記第1プリズムの前記第2射出面と実質的に接した入射面と該入射面からの前記第2光を反射偏向して前記第1光の光路とほぼ平行な光路に向ける第2斜面と該第2斜面で反射した前記第2光が射出する第3射出面とを有する第2プリズムとを有し、前記第2プリズムは、前記第1プリズムよりも小さな屈折率を有することを特徴とする偏光変換装置。

【請求項3】 光源と、前記光源からの光を受け互いに偏光面が直交する第1、第2光に分割する第1斜面と該第1光が射出する第1射出面と該第2光が射出する第2射出面とを有する第1プリズムと、前記第1プリズムの前記第2射出面に対向させて配した入射面と該入射面からの前記第2光を反射偏向して前記第1光の光路とほぼ平行な光路に向ける第2斜面と該第2斜面で反射した前記第2光が射出する第3射出面とを有する第2プリズムと、前記第1光と前記第2光の偏光面をほぼ一致せしめるべく前記第1光と前記第2光の少なくとも一方の偏光面を変調する手段と、前記第1プリズムの前記第2射出面と前記第2プリズムの前記入射面によって挟持される透明層とを有し、該透明層は前記第1プリズムよりも小さな屈折率を有することを特徴とする偏光照明装置。

【請求項4】 光源と、前記光源からの光を受け互いに偏光面が直交する第1、第2光に分割する第1斜面と該第1光が射出する第1射出面と該第2光が射出する第2射出面とを有する第1プリズムと、前記第1プリズムの前記第2射出面と実質的に接した入射面と該入射面からの前記第2光を反射偏向して前記第1光の光路とほぼ平行な光路に向ける第2斜面と該第2斜面で反射した前記第2光が射出する第3射出面とを有する第2プリズムとを有し、前記第2プリズムは前記第1プリズムよりも小さな屈折率を有し、更に前記第1光と前記第2光の偏光面をほぼ一致せしめるべく前記第1光と前記第2光の少なくとも一方の偏光面を変調する手段を備えることを特徴とする偏光照明装置。

2

【請求項5】 光源と照明光学系とを有し、該照明光学系は、前記光源からの光を受け互いに偏光面が直交する第1、第2光に分割する第1斜面と該第1光が射出する第1射出面と該第2光が射出する第2射出面とを有する第1プリズムと、前記第1プリズムの前記第2射出面に対向させて配した入射面と該入射面からの前記第2光を反射偏向して前記第1光の光路とほぼ平行な光路に向ける第2斜面と該第2斜面で反射した前記第2光が射出する第3射出面とを有する第2プリズムと、前記第1光と前記第2光の偏光面をほぼ一致せしめるべく前記第1光と前記第2光の少なくとも一方の偏光面を変調する手段と、前記第1プリズムの前記第2射出面と前記第2プリズムの前記入射面によって挟持される前記第1プリズムよりも小さな屈折率を有する透明層とを有し、更に、前記照明光学系からの前記第1光及び前記第2光を変調して画像を発生せしめる手段を備えることを特徴とする画像表示装置。

【請求項6】 光源と照明光学系とを有し、該照明光学系は、前記光源からの光を受け互いに偏光面が直交する第1、第2光を分割する第1斜面と該第1光が射出する第1射出面と該第2光が射出する第2射出面とを有する第1プリズムと、前記第1プリズムの前記第2射出面と実質的に接した第2入射面と該第2入射面からの前記第2光を反射偏向して前記第1光の光路とほぼ平行な光路に向ける第2斜面と該第2斜面で反射した前記第2光が射出する第3射出面とを有し前記第1プリズムよりも小さな屈折率を有する前記第2プリズムと、前記第1光と前記第2光の偏光面をほぼ一致せしめるべく前記第1光と前記第2光の少なくとも一方の偏光面を変調する手段とを有し、更に前記照明光学系からの前記第1光及び前記第2光を変調して画像を発生せしめる手段を備えることを特徴とする画像表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、偏光変換装置、および、該装置を用いた偏光照明装置と該装置を用いた画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 図20は投写型表示装置の従来例を示す構成図である。

【0003】 この投写型表示装置は、ハロゲンランプ、メタルハライドランプなどからなる光源1と、光源1から発せられる光の一部を反射する反射ミラー2と、光源1から直接または反射ミラー2を介して入射される光の熱線を吸収または反射する熱線カットフィルタ3と、該熱線が除去された光を平行光に変換するコンデンサレンズ4と、該平行光を直線偏光光に変換する偏光板5と、該直線偏光光を画像信号に応じて変調する液晶ライトバルブ7と、該変調された直線偏光光のうち、その透過軸方向の成分のみを透過する偏光板8と、該透過する直線

偏光光を不図示のスクリーンに拡大投射する投影レンズ系10とを有する。

【0004】図21は投写型表示装置の他の従来例を示す構成図である。

【0005】この投写型表示装置は、図20に示した投写型表示装置の2つの偏光板5、8の代わりに、2つの偏光ビームスプリッタ6、9を液晶ライトバルブ7の前後にそれぞれ配置したものである。

【0006】図20、図21に示す投写型表示装置は、光源1から発せられる光のうち偏光板5や偏光ビームスプリッタ6を透過する直線偏光成分のみが液晶ライトバルブ7の照明光として利用され、該直線偏光成分と直交する直線偏光成分が損失されるため、光の利用効率が50%以下になるという欠点がある。

【0007】この欠点を改善した投写型表示装置として、図22に示す特開昭61-90584号公報に記載されているものがある。

【0008】この投写型表示装置では、コンデンサレンズ4から出射される平行光は偏光ビームスプリッタ11に入射し、偏光ビームスプリッタ11の作用面(2つの直角プリズムが互いに接着された斜面に形成された蒸着膜)11aでそのP偏光成分 $L_p$ はそのまま透過し、そのS偏光成分 $L_s$ は直角に反射して全反射プリズム12に入射する。該S偏光成分 $L_s$ は、全反射プリズム12で再度直角に反射されることにより、偏光ビームスプリッタ11を透過してくる前記P偏光成分 $L_p$ と同一方向に全反射プリズム12から出射する。ここで、S偏光成分 $L_s$ とは偏光ビームスプリッタ11の作用面11aに平行な偏光成分のことであり、P偏光成分 $L_p$ とは該S偏光成分と直交する偏光成分のことであり、

【0009】全反射プリズム12の出射側には $\lambda/2$ 光学位相板13が配置され、全反射プリズム12より出射される前記S偏光成分 $L_s$ は、 $\lambda/2$ 光学位相板13によりその偏光方向が $90^\circ$ 回転され、P偏光成分 $L_p$ に変換される。また、偏光ビームスプリッタ11および $\lambda/2$ 光学位相板13の光出射側にはそれぞれ光路変更用のクサビ型レンズ14、15が配置され、該クサビ型レンズ14、15により、偏光ビームスプリッタ11を透過してくる前記P偏光成分 $L_p$ および $\lambda/2$ 光学位相板13で変換された前記P偏光成分 $L_p$ の光路が各々偏向され、液晶ライトバルブ7の入射側の面上の点Pで交差するように合成せしめられる。

【0010】したがって、この投写型表示装置では、偏光ビームスプリッタ11で分離される前記S偏光成分 $L_s$ および前記P偏光成分 $L_p$ の両方で、液晶ライトバルブ7を照明することができるため、図20、図21に示す投写型表示装置よりも光の利用効率を倍にすることができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上述した特開昭61-

90584号公報記載の投写型表示装置は、光源1は通常ランプ等で構成され、完全な点光源あるいは線光源ではなく、コンデンサレンズ4から出射される光は完全な平行光でないため、前記P偏光成分 $L_p$ と前記変換されたP偏光成分 $L_p$ も完全なものとはならず、ある問題が生じる。

【0012】このことを図23を用いて説明する。

【0013】有限な径 $\phi$ をもつ光源1から発せられる光は距離1を隔てて配置されるコンデンサレンズ4により集束されるが、コンデンサレンズ4の出射光は完全な平行光とはならず、角度 $2\omega$  ( $\omega = \tan^{-1}(\phi/2)/1$ ) の範囲に拡がりをもつ非平行光となる。該非平行光のうち光線 $\alpha$ は、偏光ビームスプリッタ11の作用を受けずに、偏光ビームスプリッタ11とプリズム12の界面を通り抜けて $\lambda/2$ 光学位相板13に入射するため、 $\lambda/2$ 光学位相板13からS偏光成分、P偏光成分とともに含んだまま出射される。また、光線 $\beta$ は、偏光ビームスプリッタ11でS偏光成分 $L_s$ となるが、全反射プリズム12で反射された後、偏光ビームスプリッタ11とプリズム12の界面を通り抜けて、再び偏光ビームスプリッタ11で反射され、光源1で示すように全く別の位置からP偏光成分 $L_p$ として $\lambda/2$ 光学位相板13から出射されるか、図23に光線 $\beta_2$ で示すように $\lambda/2$ 光学位相板13の界面で吸収されたりそのまま透過するため損失する。

【0014】本発明は上記従来の問題に鑑みてなされたものであり、P偏光光とS偏光光のクロストークを防止できるように改良された偏光変換装置、改良された偏光照明装置、改良された画像表示装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の偏光変換装置の第1形態は、光源からの光を受け互いに偏光面が直交する第1、第2光に分割する第1斜面と該第1光が射出する第1射出面と該第2光が射出する第2射出面とを有する第1プリズムと、前記第1プリズムの前記第2射出面に対向させて配した入射面と該入射面からの前記第2光を反射偏向して前記第1光の光路とほぼ平行な光路に向ける第2斜面と該第2斜面で反射した前記第2光が射出する第3射出面とを有する第2プリズムと、前記第1プリズムの前記第2射出面と前記第2プリズムの前記入射面によって挟持される透明層とを有し、該透明層は前記第1プリズムよりも小さな屈折率を有する。

【0016】又、本発明の偏光変換装置の第2形態は、光源からの光を受け、互いに偏光面が直交する第1、第2光に分割する第1斜面と該第1光が射出する第1射出面と該第2光が射出する第2射出面とを有する第1プリズムと、前記第1プリズムの前記第2射出面と実質的に接した入射面と該入射面からの前記第2光を反射偏向して前記第1光の光路とほぼ平行な光路に向ける第2斜面と

と該第2斜面で反射した前記第2光が射出する第3射出面とを有する第2プリズムとを有し、前記第2プリズムは、前記第1プリズムよりも小さな屈折率を有する。

【0017】本発明の偏光照明装置の第1形態は、光源と、前記光源からの光を受け互いに偏光面が直交する第1、第2光に分割する第1斜面と該第1光が射出する第1射出面と該第2光が射出する第2射出面とを有する第1プリズムと、前記第1プリズムの前記第2射出面に対向させて配した入射面と該入射面からの前記第2光を反射偏向して前記第1光の光路とほぼ平行な光路に向ける第2斜面と該第2斜面で反射した前記第2光が射出する第3射出面とを有する第2プリズムと、前記第1光と前記第2光の偏光面をほぼ一致せしめるべく前記第1光と前記第2光の少なくとも一方の偏光面を変調する手段と、前記第1プリズムの前記第2射出面と前記第2プリズムの前記入射面によって挟持される透明層とを有し、該透明層は前記第1プリズムよりも小さな屈折率を有する。

【0018】又、本発明の偏光照明装置の第2形態は、光源と、前記光源からの光を受け互いに偏光面が直交する第1、第2光に分割する第1斜面と該第1光が射出する第1射出面と該第2光が射出する第2射出面とを有する第1プリズムと、前記第1プリズムの前記第2射出面と実質的に接した入射面と該入射面からの前記第2光を反射偏向して前記第1光の光路とほぼ平行な光路に向ける第2斜面と該第2斜面で反射した前記第2光が射出する第3射出面とを有する第2プリズムとを有し、前記第2プリズムは前記第1プリズムよりも小さな屈折率を有し、更に前記第1光と前記第2光の偏光面をほぼ一致せしめるべく前記第1光と前記第2光の少なくとも一方の偏光面を変調する手段を備える。

【0019】本発明の画像表示装置の第1形態は、光源と照明光学系とを有し、該照明光学系は、前記光源からの光を受け互いに偏光面が直交する第1、第2光に分割する第1斜面と該第1光が射出する第1射出面と該第2光が射出する第2射出面とを有する第1プリズムと、前記第1プリズムの前記第2射出面に対向させて配した入射面と該入射面からの前記第2光を反射偏向して前記第1光の光路とほぼ平行な光路に向ける第2斜面と該第2斜面で反射した前記第2光が射出する第3射出面とを有する第2プリズムと、前記第1光と前記第2光の偏光面をほぼ一致せしめるべく前記第1光と前記第2光の少なくとも一方の偏光面を変調する手段と、前記第1プリズムの前記第2射出面と前記第2プリズムの前記入射面によって挟持される前記第1プリズムよりも小さな屈折率を有する透明層とを有し、更に、前記照明光学系からの前記第1光及び前記第2光を変調して画像を発生せしめる手段を備える。

【0020】又、本発明の画像表示装置の第2形態は、光源と照明光学系とを有し、該照明光学系は、前記光源

からの光を受け互いに偏光面が直交する第1、第2光を分割する第1斜面と該第1光が射出する第1射出面と該第2光が射出する第2射出面とを有する第1プリズムと、前記第1プリズムの前記第2射出面と実質的に接した第2入射面と該第2入射面からの前記第2光を反射偏向して前記第1光の光路とほぼ平行な光路に向ける第2斜面と該第2斜面で反射した前記第2光が射出する第3射出面とを有し前記第1プリズムよりも小さな屈折率を有する前記第2プリズムと、前記第1光と前記第2光の偏光面をほぼ一致せしめるべく前記第1光と前記第2光の少なくとも一方の偏光面を変調する手段とを有し、更に前記照明光学系からの前記第1光及び前記第2光を変調して画像を発生せしめる手段を備える。

【0021】本発明の具体的な形態は後述する実施例で明らかにされるが、本願で開示する形態は本発明の一例に過ぎず、本発明の思想に基づいて各種形態の装置が提供できる。

【0022】

【実施例】次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0023】図1は本発明の偏光照明装置の第1の実施例を示す構成図、図2は図1の偏光照明装置における光路の説明図である。

【0024】偏光変換装置200への入射光は、ハロゲンランプ、メタルハライドランプなどからなる光源21と、該光源21から発せられる光の一部を反射する反射ミラー22と、前記光源21から直接または該反射ミラー22を介して入射される光の熱線を吸収または反射する熱線カットフィルタ23と、該熱線が除去された光を平行光に変換するコンデンサレンズ24とを有する光源部20より出射される。

【0025】本実施例の偏光変換装置200は、前記入射光である平行光のP偏光成分 $L_p$ を透過させ、該平行光のS偏光成分 $L_s$ を直角に反射させる作用斜面(2つの直角プリズムが互いに接着された斜面に形成された蒸着膜)31aを有する偏光ビームスプリッタ31と、前記偏光ビームスプリッタ31の作用斜面31aと平行な全反射斜面32aを有し、前記反射されたS偏光成分 $L_s$ を直角に反射させる反射部材である全反射プリズム32と、該全反射プリズム32の全反射斜面32aで反射されたS偏光成分 $L_s$ が直角に入射する $\lambda/2$ 光学位相板33とを備え、該 $\lambda/2$ 光学位相板33により、前記全反射プリズム32の全反射斜面32aで反射されたS偏光成分 $L_s$ をP偏光成分 $L_p$ に変換して出射させる点については、図22に示した従来のものと同じである。しかしながら、ここでは、前記偏光ビームスプリッタ31の作用斜面31aで反射されたS偏光成分 $L_s$ が直角に入射される面を有し、入射角の小さい光を透過させて入射角の大きい光を反射させる特性を有する、前記偏光ビームスプリッタ31の部材であるガラスよりも屈折率

の小さい層を少なくとも一層含む光学多層膜36が、前記偏光ビームスプリッタ31の作用斜面31aと前記全反射プリズム32の全反射斜面32aとの間に設けられており、この光学多層膜36は、偏光ビームスプリッタ31のS偏光成分 $L_s$ の射出面とプリズム32の該S偏光成分 $L_s$ の入射面とに挟まれている。

【0026】したがって、本実施例の偏光照明装置は、図22に示した従来のものと次の2点で異なる。

(1) 図22に示した偏光ビームスプリッタ11の射出側に設けられている2つのクサビ型レンズ14、15が、本実施例のものにはない。

(2) 非平行入射光を正常光として出射させるために、偏光ビームスプリッタ31の作用斜面31aと全反射プリズム32の全反射斜面32aとの間に、入射角の小さい光は透過して入射角の大きい光は反射する特性を有する光学多層膜36が設けられている。上記(2)の利点について、図2を用いて偏光変換装置200内を伝播する各種光線の光路をしめすことにより、詳しく説明する。

(1) 偏光ビームスプリッタ31の入射面に垂直に入射する光(光線 $\alpha_1$ )の光路:コンデンサレンズ24から偏光ビームスプリッタ31に入射される光のうち、該偏光ビームスプリッタ31の入射面に垂直に入射する光線 $\alpha_1$ は、S偏光成分 $L_s$ が該偏光ビームスプリッタ31の作用斜面31aで直角に反射され、P偏光成分 $L_p$ は該作用斜面31aを透過する。該反射されたS偏光成分 $L_s$ は、偏光ビームスプリッタ31の一方の射出面を介して光学多層膜36に垂直に入射するため、該光学多層膜36を透過して、全反射プリズム32の入射面に入射し、全反射プリズム32の全反射斜面32aで反射されたのち、該全反射プリズム32の射出面を介して $\lambda/2$ 光学位相板33に入射し、 $\lambda/2$ 光学位相板33によりP偏光成分 $L_p$ に変換されて、予め決めた方向へ出射される。一方、前記作用斜面31aを透過した前記P偏光成分 $L_p$ は、そのまま前記偏光ビームスプリッタ31の射出面から出射される。

(2) 光学多層膜36に大きい入射角で入射する光(光線 $\alpha_2$ )の光路:コンデンサレンズ24から偏光ビームスプリッタ31に入射される光のうち、光学多層膜36に大きい入射角で直接入射する光線 $\alpha_2$ は、該光学多層膜36で反射された後、S偏光成分 $L_s$ は偏光ビームスプリッタ31の作用斜面31aで反射され、P偏光成分 $L_p$ は該作用斜面31aを透過する。該反射されたS偏光成分 $L_s$ は、再び、偏光ビームスプリッタ31の一方の射出面を介して、前記光学多層膜36に入射するが、このときの入射角は小さいため、該光学多層膜36をそのまま透過して全反射プリズム32の入射面に入射し、全反射プリズム32の全反射斜面32aで反射されたのち、該全反射プリズム32の射出面を介して $\lambda/2$ 光学位相板33に入射し、 $\lambda/2$ 光学位相板33によりP偏

光成分 $L_p$ に変換されて出射される。一方、前記作用斜面31aを透過した前記P偏光成分 $L_p$ は、そのまま前記偏光ビームスプリッタ31の他方の射出面から出射される。

(3) 偏光ビームスプリッタ31の光学多層膜36とは反対側の面に大きい入射角で入射する光(光線 $\alpha_3$ )の光路:コンデンサレンズ24から偏光ビームスプリッタ31に入射される光のうち、該偏光ビームスプリッタ31の光学多層膜36とは反対側の面に大きい入射角で入射する光線 $\alpha_3$ は、S偏光成分 $L_s$ が該偏光ビームスプリッタ31の作用斜面31aで反射され、P偏光成分 $L_p$ は該作用斜面31aを透過する。該反射されたS偏光成分 $L_s$ は、偏光ビームスプリッタ31の一方の射出面を介して光学多層膜36に小さい入射角で入射するため、該光学多層膜36を透過して、全反射プリズム32の入射面に入射して、全反射プリズム32の全反射斜面32aで反射されたのち、該全反射プリズム32の射出面を介して $\lambda/2$ 光学位相板33からP偏光成分 $L_p$ に変換されて出射される。一方、前記作用斜面31aを透過した前記P偏光成分 $L_p$ は、そのまま前記偏光ビームスプリッタ31の他方の射出面から出射される。

(4) 偏光ビームスプリッタ31の入射面中央部に、偏光ビームスプリッタ31の光学多層膜36とは反対側の面側に傾いて入射する光(光線 $\alpha_4$ )の光路:コンデンサレンズ24から偏光ビームスプリッタ31に入射される光のうち、該偏光ビームスプリッタ31の入射面中央部に偏光ビームスプリッタ31の光学多層膜36とは反対側の面側に傾いて入射する光線 $\alpha_4$ は、S偏光成分 $L_s$ が、該偏光ビームスプリッタ31の作用斜面31aで反射され、P偏光成分 $L_p$ は該作用斜面31aを透過する。該反射されたS偏光成分 $L_s$ は、偏光ビームスプリッタ31の一方の射出面を介して光学多層膜36に小さい入射角で入射するため、該光学多層膜36を透過して、全反射プリズム32の入射面に入射し、全反射プリズム32の全反射斜面32aで反射されたのち再び前記光学多層膜36に入射するが、入射角が大きいため該光学多層膜36で反射され、前記全反射プリズム32の射出面を介して $\lambda/2$ 光学位相板33に入射し、 $\lambda/2$ 光学位相板33からP偏光成分 $L_p$ に変換されて出射される。一方、前記作用斜面31aを透過した前記P偏光成分 $L_p$ は、そのまま前記偏光ビームスプリッタ31の射出面から出射される。

【0027】このように本実施例の装置は、偏光変換装置200に入射する拡がりのある光束のうちの、この拡がりの角度(W)を定める、いくつかの光線 $\alpha_1 \sim \alpha_4$ を偏光ビームスプリッタ31と全反射プリズム32の接合面で全反射させる。この接合面を成す光学多層膜36は、少なくとも1つの低屈折率膜(例えばM<sub>1</sub>F<sub>2</sub>膜)を有し、この膜を最も偏光ビームスプリッタ31側におく形態A、或いは、この膜を、高屈折率膜で挟み込む形態

B、或いは、この膜を最も全反射プリズム32側におく形態Cが選べる。本実施例では、この膜の屈折率を $n_0$ 、この膜よりも偏光ビームスプリッター31側にある高屈折率膜の媒質又は偏光ビームスプリッター31の媒質の屈折率を $n_1$ 、これらの媒質内での光線 $\alpha_s$ の入射角を $\theta$ （媒質内での光 $L_r + L_s$ の拡がり角 $W$ ）とする時、 $0 < n_0/n_1 \leq \cos \theta (= \cos W)$ を満たすようにして、前述の作用・効果を得た。

【0028】又、上記形態B、Cの場合に、低屈折率膜と偏光ビームスプリッター31の間の膜（通常一層）の屈折率を偏光ビームスプリッター31の屈折率とほぼ同じにする形態もとれる。

【0029】また、この偏光変換装置では、図2に示す光線 $\gamma$ のように、偏光ビームスプリッター31への入射光のうち、 $\lambda/2$ 光学位相板33に対して大きく傾いて斜めに入射する光の場合、該 $\lambda/2$ 光学位相板33で透過あるいは吸収されて損失する可能性があるが、該 $\lambda/2$ 光学位相板33と全反射プリズム32との接合面に、光線 $\gamma$ のように入射角が大きい光線は反射して入射角が小さい正常光は透過する光学多層膜を形成することにより、損失を防止もしくは少なくすることができる。

【0030】さらに、図2に示す光線 $\delta$ のように、偏光ビームスプリッター31への入射光のうち全反射プリズム32の全反射斜面32aに対して全反射角以下で入射する光の場合、この光の一部が全反射斜面32aを透過することにより、前記S偏光成分 $L_s$ に光量損失が生じるが、この場合も、全反射面32aに光学多層反射膜または金属反射膜などを形成することにより、該損失を防止することができる。

【0031】以上のように、本偏光照明装置では、偏光ビームスプリッター31により分離されるP偏光成分 $L_p$ およびS偏光成分 $L_s$ の両方とも不図示のライトバルブの照明光として利用することができるので、光の利用効率が改善される。また、光 $L_r$ 、 $L_p$ でライトバルブを並列照明することにより、図22に示した合成光によりライトバルブを照明する方式では解決が困難だった偏光照明装置とライトバルブ間の距離の短縮も行え、本偏光照明装置を有する投写型表示装置の小型化も可能となる。

【0032】本偏光照明装置では、 $\lambda/2$ 光学位相板33を全反射プリズム32の出射面側に設けたが、偏光ビームスプリッター31の他方の射出面側に設けてもよい。この場合には、前記全反射プリズム32の出射面からは、偏光変換装置200に入射した光のS偏光成分が出射され、前記 $\lambda/2$ 光学位相板33の出射面からは、偏光変換装置200に入射した光のP偏光成分が変換されたS偏光成分が出射される。

【0033】図3は本発明の偏光照明装置の第2の実施例を示す要部構成図である。

【0034】偏光変換装置200への入射光は、ハロゲ

ンランプ、メタルハライドランプなどからなる光源21と、該光源21から発せられる光の一部を反射する反射ミラー22と、前記光源21から直接または該反射ミラー22を介して入射される光の熱線を吸収または反射する熱線カットフィルタ23と、該熱線が除去された光を平行光に変換するコンデンサレンズ24とを有する光源部20より出射されるものであり、第1実施例と同じである。

【0035】本偏光変換装置200は、前記入射光である平行光のP偏光成分 $L_p$ を透過させ、該平行光のS偏光成分 $L_s$ を直角に反射させる作用斜面（2つの直角プリズムが互いに接着された斜面に形成された蒸着膜）51aを有する偏光ビームスプリッター51と、該偏光ビームスプリッター51の作用斜面51aと平行な全反射斜面52aを有し、前記透過されたP偏光成分 $L_p$ を直角に反射させる反射部材である全反射プリズム52と、前記偏光ビームスプリッター51の作用斜面51aで反射されたS偏光成分 $L_s$ が直角に入射される $\lambda/2$ 光学位相板53とを備え、該 $\lambda/2$ 光学位相板53により、前記偏光ビームスプリッター51の作用斜面51aで反射されたS偏光成分 $L_s$ をP偏光成分 $L_p$ に変換して出射させる。そして、この偏光変換装置200は、前記透過されたP偏光成分 $L_p$ が直角に入射される面を有し、入射角の小さい光を透過させて入射角の大きい光を反射させる特性を有する、前記偏光ビームスプリッター51の部材であるガラスよりも屈折率の小さい層を少なくとも一層含む光学多層膜56が、前記偏光ビームスプリッター51の作用斜面51aと前記全反射プリズム52の全反射面52aとの間に設けられており、この膜56は偏光ビームスプリッター51の一方の射出面と全反射プリズム52の入射面との間に設けられている。

【0036】この偏光変換装置200が図1に示したものと異なる点は、偏光ビームスプリッター51の作用斜面51aを透過したP偏光成分 $L_p$ を、偏光ビームスプリッター51の一方の射出面を介して光学多層膜56に垂直に入射させたのち、全反射プリズム52の入射面に入射させて、全反射プリズム52の全反射斜面52aで直角に反射して、該全反射プリズム52の出射面から出射させ、一方、前記偏光ビームスプリッター51の作用斜面51aで反射されたS偏光成分 $L_s$ を偏光ビームスプリッター51の他方の射出面を介して $\lambda/2$ 光学位相板53に入射させて、 $\lambda/2$ 光学位相板53から、P偏光成分 $L_p$ に変換して出射させることにより、偏光変換装置200に関する出射光の方向と入射光の方向とを直交させたことである。即ち、光源部20の光軸を、偏光変換装置200により折り曲げている。

【0037】本実施例では、コンデンサレンズ24から出射される光が完全な平行光でないために、偏光ビームスプリッター51の作用斜面51aを透過したP偏光成分 $L_p$ の一部が、全反射斜面52aで反射されたのち、光



学多層膜56に大きな入射角で入射してきても(図2の光線 $\alpha_1$ に相当)、該一部を、該光学多層膜56で反射させて全反射プリズム52の山射面から山射させるので、図1に示した偏光照明装置と同様の効果が得られる。この光学多層膜56の構成は、図1および図2で示した実施例の光学多層膜36のものと同じである。

【0038】本実施例の偏光照明装置では、 $\lambda/2$ 光学位相板53を偏光ビームスプリッタ51の出射面側に設けたが、全反射プリズム52の出射面側に設けてもよい。この場合には、前記偏光ビームスプリッタ51の出射面からは、偏光変換装置200に入射した光のS偏光成分が山射され、前記 $\lambda/2$ 光学位相板53の山射面からは偏光変換装置200に入射した光のP偏光成分が変換されたS偏光成分が山射される。

【0039】次に、本発明による偏光照明装置を他の光学部品と組み合わせて構成した投写型表示装置の実施例について説明する。

【0040】図4(A)、(B)は図1に示した偏光照明装置を有する投写型表示装置の一実施例の要部を示す図である。

【0041】この投写型表示装置は、光源、反射ミラー、熱線カットフィルタ、コンデンサレンズ(図1参照)からなる光源部20と、図1に示した偏光変換装置200と、該偏光変換装置200から出射される光を図4(A)の図示下方直角に反射させるミラー77と、該ミラー77で反射された光のS偏光成分を前記偏光変換装置200側に折り曲げるように直角に反射させて該光のP偏光成分を透過させる偏光ビームスプリッタ78と、一側面が該偏光ビームスプリッタ78の前記S偏光成分の出射面に接着され、他の3つの側面にそれぞれ赤、緑、青用の反射型液晶ライトバルブ75R、75G、75Bが接着されているクロスダイクロイックプリズム112と、前記偏光ビームスプリッタ78のクロスダイクロイックプリズム112とは反対側に設けられている投影レンズ系113とを有する。

【0042】光源部20から発せられる白色平行光は、偏光変換装置200に入射して図1に示すように、該白色平行光のP偏光成分および $\lambda/2$ 光学位相板33によって変換されたP偏光成分が、偏光変換装置200からミラー77に出射される。(以下、該P偏光成分および該変換されたP偏光成分をあわせてP偏光光と称する)。該P偏光光はミラー77で反射し、偏光ビームスプリッタ78に入射する。偏光ビームスプリッタ78の作用斜面对して、前記P偏光光の偏光面はS偏光面となるので、該P偏光光は該作用斜面で反射され、クロスダイクロイックプリズム112に入射する。クロスダイクロイックプリズム112に入射した前記P偏光光は、該クロスダイクロイックプリズム112により赤、緑、青の各色光に分離され、それぞれ赤、緑、青用の反射型液晶ライトバルブ75R、75G、75Bに入射される。該反

射型液晶ライトバルブ75R、75G、75Bに用いられている液晶は、ECB(Electrically Controlled Birefringence)型または45°TN型のものであり、画像信号に応じて印加される電圧によって入射光の偏光方向を回転させる性質をもつ。したがって、該各反射型液晶ライトバルブ75R、75G、75Bへの入射光は、P偏光光であるが、各ライトバルブからの反射光は前記画像信号の各画素に印加される信号に応じてS偏光成分をもった光となる。

【0043】該各反射光は前記クロスダイクロイックプリズム112により合成された後、前記偏光ビームスプリッタ78に戻される。このとき、該偏光ビームスプリッタ78は検光子として動作し、該偏光ビームスプリッタ78を透過してくる前記反射光のP偏光成分のみが投影レンズ系113を介して不図示のスクリーンに投射され、該スクリーン上にカラー画像が結ばれる。

【0044】以上のように、本実施例の投写型表示装置では、偏光変換装置200で光源部20から発せられる白色平行光をほぼロスなく直線偏光光に変換するため、光の利用効率の向上が図れる効果があり、また、クロスダイクロイックプリズム112を用いて各色光束を分離、合成するため、投影レンズ系113のバックフォーカスを、従来のこの種の投写型表示装置に比べて著しく小さくすることができ、投影レンズ系113の設計自由度を広げることができる効果および該投写型表示装置全体をコンパクト化できる効果がある。

【0045】なお、本実施例では偏光照明装置として図1に示したものをを用いたが、図3に示したものも同様に用いることができることは説明するまでもない。

【0046】また、図1および図3に示した本発明による偏光照明装置と図22に示すクサビ型レンズ14、15とを組み合わせ、図22に示す透過型の液晶ライトバルブ7を用いた投写型表示装置も構成できる。さらに、図20、図21に示す投写型表示装置において、コンデンサレンズ4と偏光板5の間、コンデンサレンズ4と偏光ビームスプリッタ6の間に本発明による偏光変換装置を挿入してもよい。

【0047】図1及び図3に示した偏光変換装置200において、光学多層膜36、56の代わりに、単層の透明な膜や空気層を設けてもいい。空気層の屈折率は1であるから、偏光ビームスプリッタのプリズムや全反射プリズムの屈折率より必ず小さい、従って、上記各実施例と同等の効果が期待できる。又、単層の透明膜を用いる場合は、多層膜36、56に課した条件同様、偏光ビームスプリッタのプリズムの屈折率よりも小さい屈折率を示す材料で、膜を形成する。

【0048】又、図1及び図3に示した偏光変換装置200において、 $\lambda/2$ 光学位相板33、53を用いているが、この $\lambda/2$ 光学位相板33、53としては、周知の複屈折結晶、複屈折型液晶素子、90°TN液晶素子

等が適用される。又、装置の大きさに制限がない場合は、 $\lambda/2$ 光学位相板33、53を用いずに、ミラーアセンブリを使用して、光を多数回反射せしめることにより、光の偏光面を $90^\circ$ 回転させてもいい。

【0049】図5は本発明の偏光照明装置の第3の実施例を示す構成図、図6は図5の偏光照明装置における光路の説明図である。

【0050】偏光変換装置200への入射光は、ハロゲンランプ、メタルハライドランプなどからなる光源21と、光源21から発せられる光の一部を反射する反射ミラー22と、光源21から直接または反射ミラー22を介して入射される光の熱線を吸収または反射する熱線カットフィルタ23と、該熱線が除去された光を平行光L + L に変換するコンデンサレンズ24とからなる光源部20より出射されるものである。

【0051】この偏光変換装置200は、偏光ビームスプリッタ126と、境界層膜131と、全反射プリズム129と、減光フィルタ130と、 $\lambda/4$ 光学位相板127と、反射板128とを具備する。

【0052】偏光ビームスプリッタ126は、入射面の一端と $45^\circ$ の角度をもって一端が接する作用斜面(2つの直角プリズムが互いに接着された斜面に形成された蒸着膜)126aおよび前記入射面の一端と $90^\circ$ の角度をもって一端が接する出射面を有する。ここで、前記作用斜面126aは、前記入射面に対して垂直に入射してくる入射光である平行光L + L のP偏光成分Lを透過させるとともにS偏光成分Lを直角に反射させる。

【0053】境界層膜131の屈折率 $n_0$ は、偏光ビームスプリッタ126の部材の屈折率 $n_1$ よりも小さく、平行光L + L の偏光ビームスプリッタ126内での拡がり角(光軸に対する角度)をWとするときに、 $0 < n_0/n_1 \leq \cos W$

を満たし、入射角の小さい光を透過させて入射角の大きい光を反射させる特性を有する。また、境界層膜131は、偏光ビームスプリッタ126の作用斜面126aの他端と $45^\circ$ の角度をもって一端が接するとともに、偏光ビームスプリッタ126の出射面の他端と $90^\circ$ の角度をもって他端が接している。

【0054】全反射プリズム129は、偏光ビームスプリッタ126の作用斜面126aの他端と $90^\circ$ の角度をもって一端が接する全反射面129aを有し、前記作用斜面126aを透過したP偏光成分Lを直角に反射して出射面から出射する。ここで、該出射面は、前記全反射斜面129aの他端と $45^\circ$ の角度をもって一端が接するとともに、境界層膜131の他端と $90^\circ$ の角度をもって他端が接している。

【0055】減光フィルタ130は、全反射プリズム129の出射面に接着されており、該出射面から出射されるP偏光成分Lの光量を所定の量だけ減少させて出射

する。

【0056】 $\lambda/4$ 光学位相板127は、偏光ビームスプリッタ126の作用斜面126aの他端と $45^\circ$ の角度をもって一端が接するとともに、偏光ビームスプリッタ126の入射面の他端と $90^\circ$ の角度をもって他端が接しており、前記作用斜面126aで反射されたS偏光成分Lが垂直に入射する。

【0057】反射部材である反射板128は、アルミ蒸着膜または光学多層膜からなる反射面が $\lambda/4$ 光学位相板127の偏光ビームスプリッタ126と反対側の面に接着されており、 $\lambda/4$ 光学位相板127を透過してくるS偏光成分Lを反射する。

【0058】この偏光照明装置では、コンデンサレンズ24から出射される平行光L + Lは、偏光ビームスプリッタ126の作用斜面126aでそのP偏光成分Lが透過され、そのS偏光成分Lが直角に反射されることにより、P偏光成分LとS偏光成分Lとに分離される。前記反射されたS偏光成分Lは $\lambda/4$ 光学位相板127に垂直に入射し、反射板128の反射面で反射され、再び $\lambda/4$ 光学位相板127を透過することにより、その偏光方向が $90^\circ$ 回転してP偏光成分Lに変換される。該変換されたP偏光成分Lは、前記作用斜面126aをそのまま透過して偏光ビームスプリッタ126の一方の出射面から出射される。一方、前記透過されたP偏光成分Lは、偏光ビームスプリッタ126の他方の射出面を介して境界層膜131を透過したのち、全反射プリズム129の入射面に入射し、全反射プリズム129の全反射斜面129aで直角に反射され、全反射プリズム129の射出面から射出して減光フィルタ130で所定量だけ減光されて、前記変換されたP偏光成分Lと平行に出射される。

【0059】次に、境界層膜131および減光フィルタ130の作用について図6を用いて説明する。

【0060】図5に示す光源21が完全な点光源である場合には、コンデンサレンズ24から出射される平行光L + Lは、偏光ビームスプリッタ126の入射面に対して垂直に入射するため、前述したように偏光ビームスプリッタ126の作用斜面126aでP偏光成分LとS偏光成分Lに分離されて、P偏光成分Lは全反射プリズム129側から、またS偏光成分LはP偏光成分Lに変換されて偏光ビームスプリッタ126から、互いに平行に出射される。しかし、光源21が完全な点光源でない場合には、コンデンサレンズ24から出射される光は完全な平行光とはならず、拡がり角Wをもつ光となり、図6に光線 $\alpha$ で示すような偏光ビームスプリッタ126の入射面に対して斜めに入射してくる光も存在する。該光線 $\alpha$ で示す光は、同様にして偏光ビームスプリッタ126の作用斜面126aでP偏光成分LとS偏光成分Lに分離される。しかし、該作用斜面126aを透過するP偏光成分Lは、偏光ビームスプリ

ツタ126の他方の射出面を介して境界層膜131を透過したのち全反射プリズム129の入射面に入射し、全反射プリズム129の全反射斜面129aで反射される。このとき、光線 $\alpha$ は境界層膜131に向って反射される。その結果、境界層膜131がない場合には図示点線で示すように偏光ビームスプリッタ126の一方の射出面から出射されてしまうが、境界層膜131を設けることにより、境界層膜131は入射角の大きい光は反射させるため、前記全反射斜面129aで反射されたP偏光成分Lは境界層膜131でも反射され、全反射プリズム129の射出面に入射し、減光フィルタ130を介して出射される。一方、前記作用斜面126aで反射されたS偏光成分Lは、 $\lambda/4$ 光学位相板127および反射板128によりP偏光成分Lに変換されるが、反射板128で反射される際、境界層膜131に向って反射される。その結果、境界層膜131がない場合には図示点線で示すように全反射プリズム129側から出射されてしまうが、境界層膜131を設けることにより、前記変換されたP偏光成分Lは境界層膜131でも反射されて偏光ビームスプリッタ126の一方の射出面から出射される。

【0061】したがって、この偏光照明装置は、境界層膜131を具備することにより、完全な点光源でない光源21を用いても、偏光ビームスプリッタ126の作用斜面126aを透過するP偏光成分Lと該作用斜面126aで反射されるS偏光成分Lとを完全に分離して出射することができるため、S偏光成分Lが変換されたP偏光成分LとP偏光成分Lのクロストークを無くし、また無駄な光量損失を少なくして出射させることができる。

【0062】また、偏光ビームスプリッタ126の作用斜面126aで反射されるS偏光成分Lは、 $\lambda/4$ 光学位相板127および反射板128により減光させられるが、全反射プリズム129の全反射斜面129aで反射されたP偏光成分Lも、減光フィルタ130で同じ量だけ減光して出射させるため、光L、L間の強度むらを防止することができる。

【0063】以上のように、この偏光照明装置では、偏光ビームスプリッタ126により分離されるP偏光成分LおよびS偏光成分Lの両方とも不図示のライトバルブの照明光として利用することができるので、光の利用効率が改善される。また、光L、Lでライトバルブを並列照明するようにすれば図22に示した合成光によりライトバルブを照明する方式では解決が困難だった偏光照明装置とライトバルブ間の距離の短縮も行え、本発明の偏光照明装置を有する投写型表示装置の小型化も可能となる。

【0064】図7は本発明の偏光変換装置の第4の実施例を示す構成図である。

【0065】この偏光照明装置は、図6に示した偏光

照明装置と同様に、偏光変換装置200が、偏光ビームスプリッタ136と、境界層膜141と、全反射プリズム139と、減光フィルタ140と、 $\lambda/4$ 光学位相板137と、反射板138とを具備するが、偏光変換装置200が、出射光を拡がり角Wを有する入射光と同一方向に出射させる構成となっている点が図6の装置とは異なっている。

【0066】すなわち、偏光ビームスプリッタ136は、入射面の一端と45°の角度をもって一端が接する作用斜面(2つの直角プリズムが互いに接着された斜面に形成された蒸着膜)136aを有する。該作用斜面136aは、前記入射面に対して垂直に入射してくる入射光である平行光L+LのP偏光成分Lを透過させるとともにS偏光成分Lを直角に反射させる。また、偏光ビームスプリッタ136は、前記作用斜面136aを透過したP偏光成分Lを出射させる射出面を有する。

【0067】 $\lambda/4$ 光学位相板137は、偏光ビームスプリッタ136の入射面の他端と90°の角度をもって一端が接するとともに、偏光ビームスプリッタ136の作用斜面136aの他端と45°の角度をもって他端が接しており、前記作用斜面136aで反射されたS偏光成分Lが垂直に入射される。

【0068】反射部材である反射板138は、アルミ蒸着膜または光学多層膜からなる反射面が $\lambda/4$ 光学位相板137の偏光ビームスプリッタ136と反対側の面に接着されており、 $\lambda/4$ 光学位相板137を透過してくるS偏光成分Lを反射する。

【0069】減光フィルタ140は、偏光ビームスプリッタ136の射出面に接着されており、該射出面から出射されるP偏光成分Lの光量を所定の量だけ減少させて出射する。

【0070】境界層膜141(屈折率 $n_0$ )は、偏光ビームスプリッタ136の部材(屈折率 $n_1$ )よりも屈折率の小さい材質からなり、前記実施例と同様に、

$$0 < n_0 / n_1 \leq \cos W$$

を満たし、入射角の小さい光を透過させて入射角の大きい光を反射させる特性を有する。また、境界層膜141は、偏光ビームスプリッタ136の作用斜面136aの一端と45°の角度をもって一端が接するとともに、偏光ビームスプリッタ136の射出面の一端と90°の角度をもって他端が接している。

【0071】全反射プリズム139は、全反射斜面139aと射出面とを有している。該全反射斜面139aは、偏光ビームスプリッタ136の作用斜面136aの一端と90°の角度をもって一端が接しており、該作用斜面136aを透過してくるP偏光成分L(該作用斜面136aで反射されたS偏光成分Lが、 $\lambda/4$ 光学位相板137および反射板138により偏光方向が90°回転させられて変換されたもの)を直角に反射させて

前記射出面から出射させる。該射出面は、前記全反射斜  
面139aの他端と45°の角度をもって一端が接する  
とともに、境界層膜141の他端と90°の角度をもつ  
て他端が接しており、該射出面から前記変換されたP偏  
光成分L<sub>1</sub>が、前記減光フィルタ140から出射される  
P偏光成分L<sub>2</sub>と平行に出射する。

【0072】本実施例の偏光照明装置においても、入射  
される平行光L<sub>1</sub>+L<sub>2</sub>が完全な平行光でなく、拡がり  
角Wをもつ光であるために、境界層膜141に対して大  
きな入射角で入射しても、該平行光L<sub>1</sub>+L<sub>2</sub>のP偏光  
成分L<sub>1</sub>は偏光ビームスプリッタ136の作用斜面13  
6aを透過したのち、境界層膜141で反射されて、偏  
光ビームスプリッタ136の射出面に向かい、減光フィル  
タ140から出射されるため、図5に示した偏光照明  
装置と同様の効果が得られる。

【0073】図8は本発明の偏光照明装置の第5の実施  
例を示す構成図である。

【0074】この偏光照明装置は、図5の偏光照明装置  
の反射板128の代わりに直角プリズム148を用い、  
偏光ビームスプリッタ146の作用斜面146aで反射  
されたS偏光成分L<sub>1</sub>を、不要偏光成分を発生させるこ  
となく反射させるものである。

【0075】この偏光照明装置においても、偏光ビーム  
スプリッタ146と全反射プリズム149との境界面に  
境界層膜151を設けて図5の装置と同じ条件で構成  
し、全反射プリズム149の射出面に減光フィルタ15  
0を接着することにより、図5に示した偏光照明装置と  
同様の効果が得られる。

【0076】以上説明した第3～第5実施例の偏光照明  
装置では、偏光ビームスプリッタと全反射プリズムとの  
境界面に透明な境界層膜を設けたが、第1、第2の実施  
例の如く、入射角の小さい光を透過させて入射角の大き  
い光を反射させる特性を有する、偏光ビームスプリッタ  
のプリズムの部材よりも屈折率が小さい層を少なくとも  
一層含む光学多層膜をそれぞれ設けても、各実施例の偏  
光変換装置は同様の動作を行うため、同じ効果が得られ  
る。また、たとえば、偏光ビームスプリッタの部材より  
も屈折率が小さい、偏光ビームスプリッタと全反射プリ  
ズムを接着するための接着剤、あるいは空気の層であつ  
てもよい。なお、このような低屈折率接着剤は、前記第  
1、第2実施例においても使用できる。

【0077】次に、本発明による偏光変換装置を他の光  
学部品と組み合わせて構成した投写型表示装置の他の実施  
例について説明する。

【0078】図9(A)、(B)は図5に示した偏光変  
換装置を有する投写型表示装置の一実施例の要部を示す  
図である。

【0079】この投写型表示装置は、光源、反射ミラ  
ー、熱線カットフィルタ、コンデンサレンズからなる光  
源部20と、偏光変換装置200と(図5参照)、偏光

変換装置200から出射される光を図9(A)の図示下  
方直角に反射させるミラー77と、ミラー77で反射さ  
れた光のS偏光成分を偏光変換装置200側に直角に反  
射させ、該光のP偏光成分を透過させる偏光ビームスプ  
リッタ78と、一側面が偏光ビームスプリッタ78の前  
記S偏光成分の射出面に接着され、他の3つの側面にそ  
れぞれ赤、緑、青用の反射型液晶ライトバルブ75R、  
75G、75Bが接着されているクロスダイクロイック  
プリズム112と、偏光ビームスプリッタ78のクロス  
ダイクロイックプリズム112と反対側に設けられてい  
る投影レンズ系113とを有する。

【0080】光源部20から発せられる白色平行光は偏  
光変換装置200に入射して、図5に示すように白色平  
行光のP偏光成分L<sub>1</sub>と、λ/4光学位相板27および  
反射板28によってS偏光成分L<sub>2</sub>が変換されたP偏光  
成分L<sub>3</sub>とが、偏光変換装置200からミラー77に出  
射される(以下、該P偏光成分L<sub>3</sub>および該変換された  
P偏光成分L<sub>2</sub>を合わせてP偏光光と称する)。該P偏  
光光はミラー77で反射し、偏光ビームスプリッタ78  
に入射する。偏光ビームスプリッタ78の作用斜面に対  
して、前記P偏光光の偏光面はS偏光面となるので、該  
P偏光光は該作用斜面で反射され、クロスダイクロイッ  
クプリズム112に入射する。クロスダイクロイックプ  
リズム112に入射した前記P偏光光は、クロスダイク  
ロイックプリズム112により赤、緑、青の各色光に分  
離され、それぞれ赤、緑、青用の反射型液晶ライトバ  
ルブ75R、75G、75Bに入射される。反射型液晶ラ  
イトバルブ75R、75G、75Bに用いられている液晶  
は、ECB(Electrically Controlled Birefringence)型または45°TN型のものであり、画像信号に  
応じて印加される電圧によって入射光の偏光方向を回転  
させる性質をもつ。したがって、各反射型液晶ライトバ  
ルブ75R、75G、75Bへの入射光はP偏光光である  
が、各ライトバルブからの反射光は前記画像信号の各  
画素に印加される信号に応じてS偏光成分をもった光と  
なる。該反射光はクロスダイクロイックプリズム112  
により合成されたのち、偏光ビームスプリッタ78に戻  
される。このとき、偏光ビームスプリッタ78は検光子  
として動作し、偏光ビームスプリッタ78を透過してく  
る前記反射光のP偏光成分のみが投影レンズ系113を  
介して不図示のスクリーンに投射され、該スクリーン上  
にカラー画像が結ばれる。

【0081】以上のように、本実施例の投写型表示装置  
では、偏光変換装置200で光源部20から発せられる  
白色平行光を殆どロスなく直線偏光光に変換するため、  
光の利用効率の向上が図れる効果がある。また、クロス  
ダイクロイックプリズム112を用いて各色光束を分離、  
合成するため、投影レンズ系113のバックフォー  
カスを従来のこの種の投写型表示装置に比べて著しく小  
さくすることができ、投影レンズ系113の設計自由度

を広げることができる効果および該投写型表示装置全体をコンパクト化できる効果がある。

【0082】なお、本実施例では偏光照明装置として図5に示したものをを用いたが、図7または図8に示した実施例の装置を用いることもできる。

【0083】また、図5、図7および図8に示した本発明による偏光照明装置と図22に示すクサビ型レンズ14、15とを組み合わせ、図22に示す透過型の液晶ライトバルブ7を用いた投写型表示装置も構成できる。さらに、図20、図21に示す投写型表示装置において、コンデンサレンズ4と偏光板5の間またはコンデンサレンズ4と偏光ビームスプリッタ6の間に本発明による偏光変換装置200を挿入してもよい。

【0084】図5、図7及び図8に示した偏光変換装置200において用いている $\lambda/4$ 光学位相板とミラーの組合せは、 $\lambda/2$ 光学位相板として作用するものである。従って、この $\lambda/4$ 光学位相板として、先の実施例で述べた、周知の複屈折結晶、複屈折型液晶素子等が適用される。

【0085】又、以上図1～図8で示した各種実施例において、偏光ビームスプリッタのある射出面と全反射プリズムのある入射面との境界に設ける薄い透明層（光学単層膜、or 光学多層膜、or 空気層）の屈折率は、全反射プリズムの部材の屈折率よりも小さい方が好ましいが、全反射プリズムの部材の屈折率とはほぼ一致させてもいい。

【0086】又、この透明層の光学単層or多層膜の材料としては、屈折率が比較的小さいM F<sub>2</sub>（フッ化マグネシウム）などが使用される。

【0087】図10は本発明の偏光照明装置の第6の実施例を示す構成図、図11は図10の偏光照明装置における光路の説明図である。

【0088】偏光変換装置200への入射光は、ハロゲンランプ、メタルハライドランプなどからなる光源21と、光源21から発せられる光の一部を反射する反射ミラー22と、光源21から直接または反射ミラー22を介して入射される光の熱線を吸収または反射する熱線カットフィルタ23と、該熱線が除去された光を平行光 $L + L$ に変換するコンデンサレンズ24とからなる光源部20より出射されるものである。

【0089】この偏光変換装置200は、偏光ビームスプリッタ226と、該偏光ビームスプリッタの部材よりも低屈折率の部材より成る全反射プリズム229と、 $\lambda/4$ 光学位相板127と、反射板128とを具備する。

【0090】偏光ビームスプリッタ226は、入射面の一端と $45^\circ$ の角度をもって一端が接する作用斜面（2つの直角プリズムが互いに接着された斜面に形成された蒸着膜）226aおよび前記入射面の一端と $90^\circ$ の角度をもって一端が接する出射面を有する。ここで、前記作用斜面226aは、前記入射面に対して垂直に入射し

てくる入射光である平行光 $L + L$ のP偏光成分 $L$ を透過させるとともにS偏光成分 $L$ を直角に反射させる。

【0091】全反射プリズム229は、偏光ビームスプリッタ226の部材よりも屈折率の小さい材質からなり、偏光ビームスプリッタ226と接する全反射プリズム入射面231において入射角の小さい光を透過させて入射角の大きい光を反射させる特性を有する。また、全反射プリズム229は、偏光ビームスプリッタ226の作用斜面226aの他端と $90^\circ$ の角度をもって一端が接する全反射斜面229aを有し、前記作用斜面226aを透過したP偏光成分 $L$ を直角に反射して出射面から出射する。ここで、該出射面は、前記全反射斜面229aの他端と $45^\circ$ の角度をもって一端が接するとともに、偏光ビームスプリッタ226の出射面の他端と $0^\circ$ の角度をもって他端が接している。

【0092】 $\lambda/4$ 光学位相板127は、偏光ビームスプリッタ226の作用斜面226aの他端と $45^\circ$ の角度をもって一端が接するとともに、偏光ビームスプリッタ226の入射面の他端と $90^\circ$ の角度をもって他端が接しており、前記作用斜面226aで反射されたS偏光成分 $L$ が垂直に入射する。

【0093】反射部材である反射板128は、アルミ蒸着膜または光学多層膜からなる反射面が $\lambda/4$ 光学位相板127の偏光ビームスプリッタ226と反対側の面に接着されており、 $\lambda/4$ 光学位相板127を透過してくるS偏光成分 $L$ を反射する。

【0094】この偏光照明装置では、コンデンサレンズ24から出射される平行光 $L + L$ は、偏光ビームスプリッタ226の作用斜面226aでそのP偏光成分 $L$ が透過され、そのS偏光成分 $L$ が直角に反射されることにより、P偏光成分 $L$ とS偏光成分 $L$ とに分離される。前記反射されたS偏光成分 $L$ は $\lambda/4$ 光学位相板127に垂直に入射し、反射板128の反射面で反射され、再び $\lambda/4$ 光学位相板127を透過することにより、その偏光方向が $90^\circ$ 回転してP偏光成分 $L$ に変換される。該変換されたP偏光成分 $L$ は、前記作用斜面226aをそのまま透過して偏光ビームスプリッタ226の一方の出射面から出射される。一方、前記透過されたP偏光成分 $L$ は、全反射プリズム229の入射面231を透過したのち、全反射プリズム229の全反射斜面229aで直角に反射され、全反射プリズム229の出射面から、前記変換されたP偏光成分 $L$ と平行に出射される。

【0095】次に、偏光ビームスプリッタ226のプリズムよりも低い屈折率をもつ全反射プリズム229の作用について図11を用いて説明する。

【0096】図10に示す光源21が完全な点光源である場合には、コンデンサレンズ24から出射される平行光 $L + L$ は、偏光ビームスプリッタ226の入射面

に対して垂直に入射するため、前述したように偏光ビームスプリッタ226の作用斜面226aでP偏光成分LとS偏光成分L<sub>s</sub>に分離されて、P偏光成分Lは全

反射プリズム229側から、またS偏光成分L<sub>s</sub>はP偏光成分Lに変換されて偏光ビームスプリッタ226側から、互いに平行に出射される。しかし、光源21が完全な点光源でない場合には、コンデンサレンズ24から出射される光は完全な平行光とはならず、拡がり角Wを有しており、図11に光線αで示すような偏光ビームスプリッタ226の入射面に対して斜めに入射角θ(θ≤W)で入射してくる光も存在する。該光線αで示す光は、偏光ビームスプリッタ226の作用斜面226aでP偏光成分LとS偏光成分L<sub>s</sub>に分離される。しかし作用斜面226aで反射される光線αのS偏光成分L<sub>s</sub>はλ/4光学位相板127を透過し、反射板128で反射され、再びλ/4光学位相板127を透過し、P偏光成分L<sub>p</sub>に変換され全反射プリズム229の入射面231に向う。この時、入射面231への光線αのP偏光成分L<sub>p</sub>の入射角はπ/2-Wとなる。偏光ビームスプリッタ226の屈折率をn<sub>1</sub>、全反射プリズムの屈折率をn<sub>2</sub>、P偏光成分L<sub>p</sub>の入射面231からの出射角をW'とすると、スネルの法則により以下の式が成立する。

$$[0097] \quad n_1 \sin(\pi/2 - W) = n_2 \sin W'$$

即ち、

$$n_1 / n_2 \cos W = \sin W'$$

光線αのP偏光成分L<sub>p</sub>が全反射プリズム入射面231で全反射するための条件は、 $\sin W' \geq 1$ であるため、上式は以下ようになる。

$$[0098] \quad n_1 / n_2 \cos W = 1$$

即ち、

$$0 < n_2 / n_1 \leq \cos W, \quad (n_1, n_2 > 0)$$

本実施例では、偏光ビームスプリッタ226の基板ガラスの屈折率n<sub>1</sub>を1.68(SF8)全反射プリズム229の屈折率n<sub>2</sub>を1.52(BK7)とし、入射光束L<sub>s</sub>+L<sub>p</sub>の偏光ビームスプリッタ226内での角度拡がり角Wを7°程度であるから

$$n_1 / n_2 \cos W \approx 1.097 \geq 1$$

とすることにより、光線αのP偏光成分L<sub>p</sub>を全反射プリズムの入射面31で全反射し、実線で示すように偏光ビームスプリッタ226の出射面より出射させている。

一方、作用斜面226aを透過する光線αのP偏光成分L<sub>p</sub>は、全反射プリズム229の入射面231を透過した後、全反射斜面229aで反射される際、全反射プリズム入射面231に向って反射される。その結果、全反射プリズム229の屈折率n<sub>2</sub>が偏光ビームスプリッタ226の部材の屈折率n<sub>1</sub>と等しければ、そのまま偏光ビームスプリッタ226の出射面から出射されてしまうが、本実施例のように全反射プリズム229の屈折率n<sub>2</sub>を偏光ビームスプリッタ226の屈折率n<sub>1</sub>より小さく

しておくことにより全反射プリズム229の入射面231への入射角の大きい光は、一点鎖線で示すようにP偏光成分L<sub>p</sub>の一部は入射面231でフレネル反射して全反射プリズム229の出射面より出射し、残りは透過して偏光ビームスプリッタ226の出射面より出射する。従って図23で示した出射光β<sub>1</sub>を減ずることができる。

【0099】したがって、この偏光照明装置は前述の条件0 < n<sub>2</sub> / n<sub>1</sub> ≤ cos Wをみたす屈折率n<sub>2</sub>の全反射プリズムを具備することにより、完全な点光源でない光源21を用いても、偏光ビームスプリッタ226の作用斜面226aを透過するP偏光成分L<sub>p</sub>と該作用斜面226aで反射されるS偏光成分L<sub>s</sub>とをほぼ分離して、相異なる射出面から出射することができる。この偏光照明装置では、偏光ビームスプリッタ226により分離されるP偏光成分L<sub>p</sub>およびS偏光成分L<sub>s</sub>の両方とも不図示のライトバルブの照明光として利用することができるので、光の利用効率が改善される。また、光L<sub>p</sub>、L<sub>s</sub>でライトバルブを並列照明するようにすれば、図22に示した合成光によりライトバルブを照明する方式では解決が困難だった偏光照明装置とライトバルブ間の距離の短縮も行え、本発明の偏光照明装置を有する投写型表示装置の小型化も可能となる。

【0100】さらに、図22に示した従来例においても本実施例で示した互いに接する偏光ビームスプリッタの部材の屈折率n<sub>1</sub>と全反射プリズム部材の屈折率n<sub>2</sub>の関係は適用できる。つまり、図23において光線αは、全反射プリズム12と偏光ビームスプリッタ11の界面で全反射し、必ず作用面11aに向うので図示したような光の通りぬけは生じない。又、光線βも全反射プリズム12から偏光ビームスプリッタへ向う時、界面で一部のフレネル反射し一部は透過する為、出射光β<sub>1</sub>の量を減ずることができる。

【0101】図12は本発明の偏光変換装置の第7の実施例を示す構成図である。

【0102】この偏光照明装置は、図10に示した偏光照明装置と同様に、屈折率1.68のプリズムより成る偏光ビームスプリッタ236と、屈折率1.52の全反射プリズム239と、λ/4光学位相板137と、反射板138とを具備するが、偏光変換装置200からの出射光を入射光と同一方向に出射させる構成となっている点が図10の装置とは異なっている。

【0103】すなわち、偏光ビームスプリッタ236は、入射面的一端と45°の角度をもって一端が接する作用斜面(2つの直角プリズムが互いに接着された斜面に形成された蒸着膜)236aを有する。該作用斜面236aは、前記入射面に対して垂直に入射してくる入射光である平行光L + L<sub>s</sub>のP偏光成分Lを透過させるとともにS偏光成分L<sub>s</sub>を直角に反射させる。また、偏光ビームスプリッタ236は、前記作用斜面236a

を透過したP偏光成分L<sub>r</sub>を出射させる射出面を有する。

【0104】 $\lambda/4$ 光学位相板137は、偏光ビームスプリッタ236の入射面の他端と90°の角度をもって一端が接するとともに、偏光ビームスプリッタ236の作用斜面236aの他端と45°の角度をもって他端が接しており、前記作用斜面236aで反射されたS偏光成分L<sub>s</sub>が垂直に入射される。

【0105】反射部材である反射板138は、アルミ蒸着膜または光学多層膜からなる反射面が、 $\lambda/4$ 光学位相板137の偏光ビームスプリッタ236と反対側の面に接着されており、 $\lambda/4$ 光学位相板137を透過してくるS偏光成分L<sub>s</sub>を反射する。

【0106】全反射プリズム239は、偏光ビームスプリッタ236の部材よりも屈折率の小さい材質からなり、全反射プリズム239の全反射プリズム入射面241において入射角の小さい光を透過させて入射角の大きい光を反射させる特性を有する。

【0107】即ち、偏光ビームスプリッタ236の屈折率 $n_1$ と全反射プリズム239の屈折率 $n_2$ と偏光ビームスプリッタ236の媒質媒質中での光L<sub>r</sub>+L<sub>s</sub>の拡がり角Wは、  
 $0 < n_1/n_2 \leq \cos W$   
 を満たしている。

【0108】全反射プリズム239は、全反射斜面239aと射出面とを有している。該全反射斜面239aは、偏光ビームスプリッタ236の作用斜面236aの一端と90°の角度をもって一端が接しており、該作用斜面236aを透過してくるP偏光成分L<sub>r</sub>（該作用斜面236aで反射されたS偏光成分L<sub>s</sub>が、 $\lambda/4$ 光学位相板137および反射板138により偏光方向が90°回転させられて変換されたもの）を直角に反射させて前記射出面から出射させる。該射出面は、前記全反射斜面239aの他端と45°の角度をもって一端が接するとともに、全反射プリズム入射面241の他端と90°の角度をもって他端が接しており、該射出面から前記変換されたP偏光成分L<sub>r</sub>とP偏光成分L<sub>s</sub>を平行に出射させる。

【0109】本実施例の偏光照明装置においても、偏光変換装置200に入射される平行光L<sub>r</sub>+L<sub>s</sub>が完全な平行光でないために、ある光線が全反射プリズム入射面241に対して大きな入射角で入射しても、該平行光L<sub>r</sub>+L<sub>s</sub>のP偏光成分L<sub>r</sub>は偏光ビームスプリッタ236の作用斜面236aを透過したのち、全反射プリズム入射面241で反射されて出射されるため、図10に示した偏光照明装置と同様の効果が得られる。

【0110】図13は本発明の偏光照明装置の第8の実施例を示す構成図である。

【0111】この偏光照明装置は、図10の偏光照明装置の反射板138の代わりに直角プリズム148を用

い、偏光ビームスプリッタ246の作用斜面246aで反射されたS偏光成分L<sub>s</sub>を、不要偏光成分を発生させることなく反射させるものである。

【0112】この偏光照明装置においても、偏光ビームスプリッタ246よりも屈折率の小さい材質の全反射プリズム249を設けることにより、図10に示した偏光照明装置と同様の効果が得られる。即ち、この装置においても、偏光ビームスプリッタ246の屈折率 $n_1$ と、全反射プリズム249の屈折率 $n_2$ と偏光ビームスプリッタ246の媒質内での光L<sub>r</sub>+L<sub>s</sub>の拡がり角Wは、  
 $0 < n_1/n_2 \leq \cos W$   
 を満たしている。

【0113】図14は本発明の偏光照明装置の第9の実施例を示す構成図である。

【0114】この偏光照明装置は図10に示した偏光照明装置と同様に屈折率 $n_1=1.68$ の部材の偏光ビームスプリッタ226と屈折率 $n_2=1.52$ の全反射プリズム229と、 $\lambda/4$ 光学位相板127と、反射板128とを具備し、偏光ビームスプリッタ226内で拡がり角7°程度の光を受光するが、全反射プリズム229の出射面に減光フィルタ220を置いた点が異なっている。

【0115】すなわち偏光ビームスプリッタ226の作用斜面226aで反射されるS偏光成分L<sub>s</sub>は、 $\lambda/4$ 光学位相板127及び反射板128により減光させられるので、全反射プリズム229の全反射斜面229aで反射されたP偏光成分L<sub>r</sub>も、減光フィルタ220で同じ量だけ減光して出射させることにより、不図示のライトバルブ面上での光線L<sub>r</sub>、L<sub>s</sub>間の強度むらを防止することができる。

【0116】また減光フィルタ220の代わりに、全反射プリズム229を構成する材料に例えば遷移元素のCrやMn等の光吸収材をで混入してプリズム229自身にフィルタとしての機能をもたせてもよい。

【0117】図15、図16は共々、本発明の偏光照明装置の第10、第11の実施例を示す構成図である。

【0118】図15は第16図で示した第7の実施例の構成において、偏光ビームスプリッタ236の出射面に減光フィルタ240を置いた実施例であり、減光フィルタ240の機能は、先に説明した通りである。

【0119】図16は図13で示した第8の実施例の構成において、全反射プリズム249の出射面に減光フィルタ250を置いた実施例であり、図16に示す実施例の変形としては、減光フィルタ250の代わりに、全反射プリズム249の中に光吸収材と混入させ、プリズム249自身に減光フィルタの機能をもたせてもよい。図15、図16のどちらの実施例の偏光照明装置においても、図12、図13に示した偏光照明装置と同様の効果が得られ、また不図示のライトバルブ上での照度むらを防止することができる。



【0120】また図22に示した従来の偏光照明装置においても、本実施例で示した偏光ビームスプリッタを成す部材の屈折率 $n_1$ と全反射プリズム屈折率 $n_2$ の関係( $n_2 < n_1$ )を適用し、好ましくは入射光束の拡がり角 $W$ に対し、 $0 < n_2/n_1 \leq \cos W$ を満たすようにし、全反射プリズムの出射面に減光フィルタをおくか、全反射プリズムに光吸収材を混入することによって、本実施例同様の効果を得ることができる。

【0121】以上、図12乃至図16で示した本発明の第6乃至第11実施例の偏光照明装置は、先に示した各種装置同様、投写型表示装置の照明光学系に適用できる。従って、図9(A)、(B)で示したカラー画像表示の為の投写型表示装置の偏光変換装置200として、第6実施例乃至第11実施例のいずれもが適用可能であり、これらの偏光変換装置で光源部20から発せられる白色平行光をロスなく直線偏光光に変換するため、光の利用効率の向上が図れる効果がある。また、クロスダイクロックプリズム112を用いて各色光束を分離、合成するため、投影レンズ系113のバックフォーカスを従来のこの種の投写型表示装置に比べて著しく小さくすることができ、投影レンズ113の設計自由度を広げることができる効果および該投写型表示装置全体をコンパクト化できる効果がある。

【0122】又、第14図乃至図16で示した本発明の第6実施例乃至第11実施例においても、 $\lambda/4$ 光学位相板として、複屈折結晶や複屈折液晶素子が使用できる。

【0123】又、これら第6実施例乃至第11実施例において、偏光ビームスプリッタの一方のプリズムの光射出面と全反射プリズムの光入射面同志を重ね合わせるために、接着材を用いる場合、この接着材の屈折率は、偏光ビームスプリッタのプリズムか、又は全反射プリズムの、一方の屈折率とほぼ等しく設定する。

【0124】又、これら第6実施例乃至第11実施例の偏光照明装置を第3図に示すクサビ型レンズ14、15と組合せて、第3図に示す透過型の液晶ライトバルブ7を用いた投写型表示装置も構成できる。さらに、図20、図21に示す投写型表示装置において、コンデンサレンズ4と偏光板5の間またはコンデンサレンズ4と偏光ビームスプリッタ6の間に、これらの実施例の偏光変換装置200を挿入してもよい。

【0125】図17は本発明の偏光照明装置の第12の実施例を示す構成図、図18は図17の偏光照明装置における光路の説明図であり、本装置は図5の装置の改良であり、図5に示す部材と同一部材には同一符号が付されている。

【0126】この偏光変換装置200への入射光は、ハロゲンランプ、メタルハライドランプなどからなる光源21と、光源21から発せられる光の一部を反射する反射ミラー22と、光源21から直接または反射ミラー2

2を介して入射される光の熱線を吸収または反射する熱線カットフィルタ23と、該熱線が除去された光を平行光 $L + L$ に変換するコンデンサレンズ24とからなる光源部20より出射される。

【0127】この偏光変換装置200は、偏光ビームスプリッタ126と、境界層膜131と、光吸収材(例えば、遷移元素のCr、Mn等)が混入された全反射プリズム300と、 $\lambda/4$ 光学位相板127と、反射板128とを具備する。

【0128】偏光ビームスプリッタ126は、入射面の一端と $45^\circ$ の角度をもって一端が接する作用斜面(2つの直角プリズムが互いに接着された斜面に形成された蒸着膜)126aおよび前記入射面の一端と $90^\circ$ の角度をもって一端が接する出射面を有する。ここで、前記作用斜面126aは、前記入射面に対して垂直に入射してくる入射光である平行光 $L + L$ のP偏光成分 $L$ を透過させるとともにS偏光成分 $L$ を直角に反射させる。

【0129】境界層膜131は、図5の実施例で説明した通り、偏光ビームスプリッタ126の部材よりも屈折率の小さな材質からなり、入射角の小さい光を透過させて入射角の大きい光を反射させる特性を有する。また、境界層膜131は、偏光ビームスプリッタ126の作用斜面126aの他端と $45^\circ$ の角度をもって一端が接するとともに、偏光ビームスプリッタ126の出射面の他端と $90^\circ$ の角度をもって他端が接している。

【0130】全反射プリズム300は、偏光ビームスプリッタ126の作用斜面126aの他端と $90^\circ$ の角度をもって一端が接する全反射斜面300aを有し、前記作用斜面126aを透過したP偏光成分 $L$ を直角に反射して出射面から出射する。ここで、該出射面は、前記全反射斜面300aの他端と $45^\circ$ の角度をもって一端が接するとともに、境界層膜131の他端と $90^\circ$ の角度をもって他端が接している。

【0131】前述のように全反射プリズム300の中には光吸収材が混入されており、該出射面から出射されるP偏光成分 $L$ の光量を所定の量だけ減少させて出射する。 $\lambda/4$ 光学位相板127は、偏光ビームスプリッタ126の作用斜面126aの他端と $45^\circ$ の角度をもって一端が接するとともに、偏光ビームスプリッタ126の入射面の他端と $90^\circ$ の角度をもって他端が接しており、前記作用斜面126aで反射されたS偏光成分 $L$ が垂直に入射される。

【0132】反射部材である反射板128は、アルミ蒸着膜または光学多層膜からなる反射面が $\lambda/4$ 光学位相板127の偏光ビームスプリッタ126と反対側の面に接着されており、 $\lambda/4$ 光学位相板127を透過してくるS偏光成分 $L$ を反射する。

【0133】この偏光照明装置では、コンデンサレンズ24から出射される平行光 $L + L$ は、偏光ビームス



ブリッタ126の作用斜面126aでそのP偏光成分Lが透過され、そのS偏光成分Lが直角に反射されることにより、P偏光成分LとS偏光成分Lとに分離される。前記反射されたS偏光成分Lは $\lambda/4$ 光学位相板127に垂直に入射し、反射板128の反射面で反射され、再び $\lambda/4$ 光学位相板127を透過することにより、その偏光方向が $90^\circ$ 回転してP偏光成分Lに変換される。該変換されたP偏光成分Lは、前記作用斜面126aをそのまま透過して偏光ビームスプリッタ126の一方の出射面から出射される。一方、前記透過されたP偏光成分Lは、境界層膜131を透過したのち、全反射プリズム300の入射面に入射し、全反射プリズム300の全反射斜面300aで直角に反射され、全反射プリズム300を透過中に中の光吸収材で所定量だけ減光されて、前記変換されたP偏光成分Lと平行に出射される。

【0134】次に、境界層膜131および全反射プリズム300中の光吸収材の作用について図18を用いて説明する。

【0135】図17に示す光源21が完全な点光源である場合には、コンデンサレンズ24から出射される平行光L<sub>+</sub>L<sub>-</sub>は、偏光ビームスプリッタ126の入射面に対して垂直に入射するため、前述したように偏光ビームスプリッタ126の作用斜面126aでP偏光成分LとS偏光成分Lに分離されて、P偏光成分Lは全反射プリズム300側から、またS偏光成分LはP偏光成分Lに変換されて偏光ビームスプリッタ126から、互いに平行に出射される。しかし、光源21が完全な点光源でない場合には、コンデンサレンズ24から出射される光は完全な平行光とはならず、拡がり角Wをもつ光となり、図18に光線 $\alpha$ で示すような偏光ビームスプリッタ126の入射面に対して斜めに入射してくる光も存在する。該光線 $\alpha$ で示す光は、同様にして偏光ビームスプリッタ126の作用斜面126aでP偏光成分LとS偏光成分Lに分離される。しかし、該作用斜面126aを透過するP偏光成分Lは、境界層膜131を透過したのち全反射プリズム300の全反射斜面300aで反射される際、境界層膜131に向って反射される。その結果、境界層膜131がない場合には図示点線で示すように偏光ビームスプリッタ126の一方の出射面から出射されてしまうが、境界層膜131を設けることにより、境界層膜131は入射角の大きい光は反射させるため、前記全反射面300aで反射されたP偏光成分Lは境界層膜131でも反射され、出射される。一方、前記作用斜面126aで反射されたS偏光成分Lは、同様にして $\lambda/4$ 光学位相板127および反射板128によりP偏光成分Lに変換されるが、反射板128で反射される際、境界層膜131に向って反射される。その結果、境界層膜131がない場合には図示点線で示すように全反射プリズム300側から出射されてし

まうが、境界層膜131を設けることにより、前記変換されたP偏光成分Lは境界層膜131でも反射されて偏光ビームスプリッタ126の一方の出射面から出射される。

【0136】したがって、この偏光照明装置は、境界層膜131を具備することにより、完全な点光源でない光源21を用いても、偏光ビームスプリッタ126の作用斜面126aを透過するP偏光成分Lと該作用斜面126aで反射されるS偏光成分Lとを完全に分離して出射することができるため、S偏光成分Lが変換されたP偏光成分LとP偏光成分Lとを無駄な損失なく出射させることができる。

【0137】また、偏光ビームスプリッタ126の作用斜面126aで反射されるS偏光成分Lは、 $\lambda/4$ 光学位相板127および反射板128により減光させられるが、全反射プリズム300の全反射面300aで反射されたP偏光成分Lも、全反射プリズム300中の光吸収材で同じ量だけ減光して出射させるため、照度むらを防止することができる。

【0138】また、図22に示した偏光照明装置においても偏光ビームスプリッタ11と全反射プリズム12の界面に境界層膜を設け、全反射プリズムに光吸収材を混入させることによって同様の効果を得ることができる。

【0139】以上のように、この偏光照明装置では、偏光ビームスプリッタ126により分離されるP偏光成分LおよびS偏光成分Lの両方とも不図示のライトバルブの照明光として利用することができるので、光の利用効率が改善される。また、図22に示した合成光によりライトバルブを照明する方式では解決が困難だった偏光照明装置とライトバルブ間の距離の短縮も行え、本発明の偏光照明装置を有する投写型表示装置の小型化も可能となる。

【0140】図19は本発明の偏光変換装置の第13の実施例を示す要部構成図であり、図8の装置の改良型である。

【0141】この偏光照明装置は、図17の偏光照明装置の反射板128の代わりに直角プリズム148を用い、偏光ビームスプリッタ146の作用斜面146aで反射されたS偏光成分Lを、不要偏光成分を発生させることなく反射させるものである。

【0142】この偏光照明装置においても、偏光ビームスプリッタ146と全反射プリズム300との境界面に図8の実施例と同様の境界層膜151を設け、全反射プリズム300の中に光吸収材を混入することにより、図17に示した偏光照明装置と同様の効果が得られる。

【0143】以上説明した各実施例の偏光照明装置では、偏光ビームスプリッタと全反射プリズムとの境界面に透明な境界層膜を設けたが、入射角の小さい光を透過させて入射角の大きい光を反射させる特性を有する、偏光ビームスプリッタのプリズムの部材よりも屈折率が小

さい層を少なくとも一層含む光学多層膜をそれぞれ設けても、各実施例の偏光照明装置は同様の動作を行うため、同じ効果が得られる。また、たとえば、偏光ビームスプリッタの部材よりも屈折率が小さい接着剤、あるいは空気の層であってもよい。

【0144】上記図17および図19に示した偏光照明装置もまた、図9(A)、(B)に示す投写型表示装置の偏光変換装置200として使用できる。

【0145】図17、図19に示した偏光照明装置と図22に示すクサビ型レンズ14、15とを組み合わせ、図22に示す透過型の液晶ライトバルブ7を用いた投写型表示装置も構成できる。さらに、図20、図21に示す投写型表示装置において、コンデンサレンズ4と偏光板5の間またはコンデンサレンズ4と偏光ビームスプリッタ6の間に本発明による偏光変換装置200を挿入してもよい。

【0146】

【発明の効果】本発明は上述のとおり構成されているので、P偏光光とS偏光光のクロストークを防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の偏光照明装置の第1の実施例を示す構成図である。

【図2】図1の偏光照明装置における光路の説明図である。

【図3】本発明の偏光照明装置の第2の実施例を示す構成図である。

【図4】図1に示した偏光照明装置を有する投写型表示装置の一実施例の要部を示す図であり、(A)はその側面図、(B)はその上面図である。

【図5】本発明の偏光照明装置の第3の実施例を示す構成図である。

【図6】図5の偏光照明装置における光路の説明図である。

【図7】本発明の偏光照明装置の第4の実施例を示す構成図である。

【図8】本発明の偏光照明装置の第5の実施例を示す要部構成図である。

【図9】図5に示した偏光照明装置を有する投写型表示装置の一実施例の要部を示す図であり、(A)はその側面図、(B)はその上面図である。

【図10】本発明の偏光照明装置の第6の実施例を示す構成図である。

【図11】図10の偏光照明装置における光路の説明図である。

【図12】本発明の偏光照明装置の第7の実施例を示す構成図である。

【図13】本発明の偏光照明装置の第8の実施例を示す構成図である。

【図14】本発明の偏光照明装置の第9の実施例を示す構成図である。

【図15】本発明の偏光照明装置の第10の実施例を示す構成図である。

【図16】本発明の偏光照明装置の第11の実施例を示す構成図である。

【図17】本発明の偏光照明装置の第12の実施例を示す構成図である。

【図18】図17の偏光照明装置における光路の説明図である。

【図19】本発明の偏光照明装置の第13の実施例を示す構成図である。

【図20】投写型表示装置の従来例の一つを示す構成図である。

【図21】投写型表示装置の他の従来例を示す構成図である。

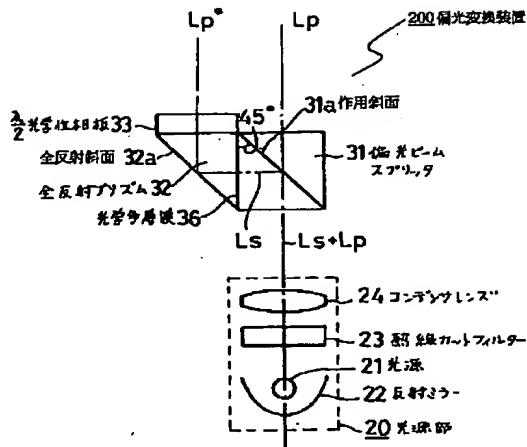
【図22】特開昭61-90584号公報に記載されている投写型表示装置を示す構成図である。

【図23】図22の投写表示装置の問題点を説明する図である。

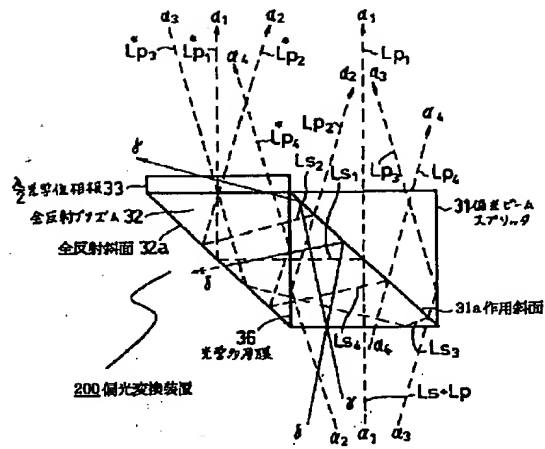
【符号の説明】

- 20 光源部
- 21 光源
- 22 反射ミラー
- 23 熱線カットフィルター
- 24 コンデンサレンズ
- 31, 51, 78, 126, 136, 146, 226, 236, 246 偏光ビームスプリッタ
- 31a, 51a, 126a, 136a, 146a, 226a, 236a, 246a 作用斜面
- 32, 52, 129, 139, 149, 229, 239, 241, 249, 300 全反射プリズム
- 32a, 52a, 129a, 139a, 149a, 229a, 239a, 249a, 300a 全反射斜面
- 33, 53, 127  $\lambda/2$ 光学位相板
- 36 光学多層膜
- 75R, 75G, 75B 反射型液晶ライトバルブ
- 77 ミラー
- 112 クロスダイクロイックプリズム
- 113 投影レンズ系
- 127, 137, 147  $\lambda/4$ 光学位相板
- 128, 138 反射板
- 130, 140, 150, 220, 240, 250 減光フィルタ
- 131, 141, 151, 251 境界層膜
- 148 直角プリズム
- 200 偏光変換装置
- 231, 241, 251 全反射プリズム入射面

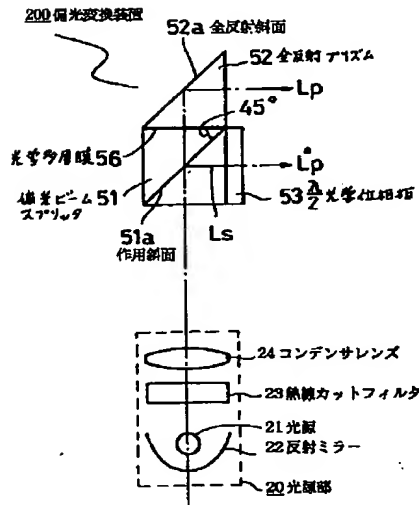
【図1】



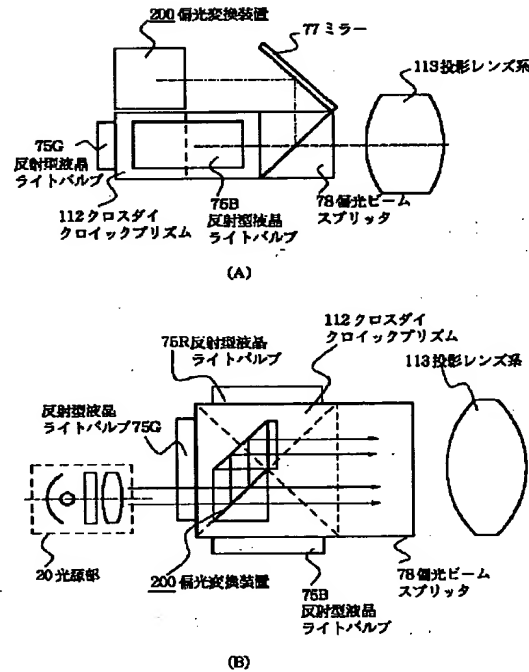
【図2】



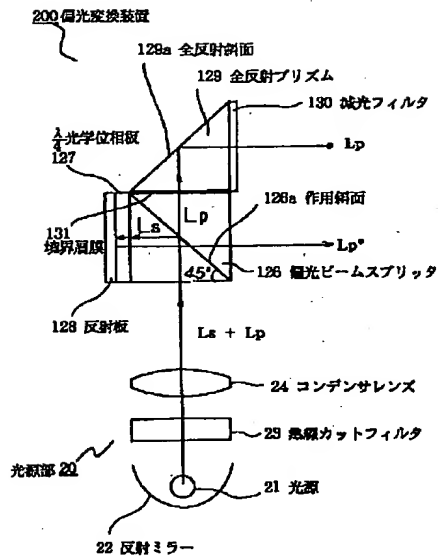
【図3】



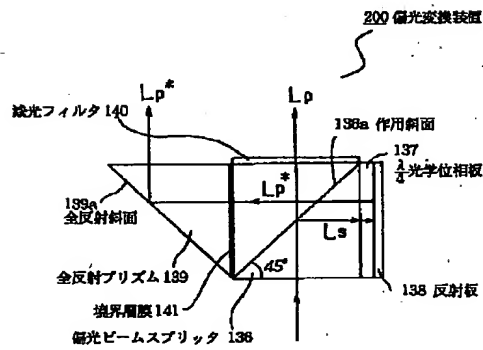
【図4】



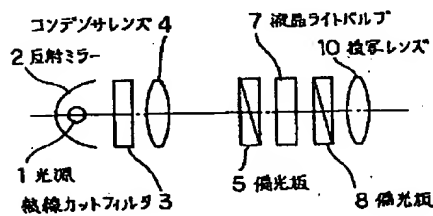
【図5】



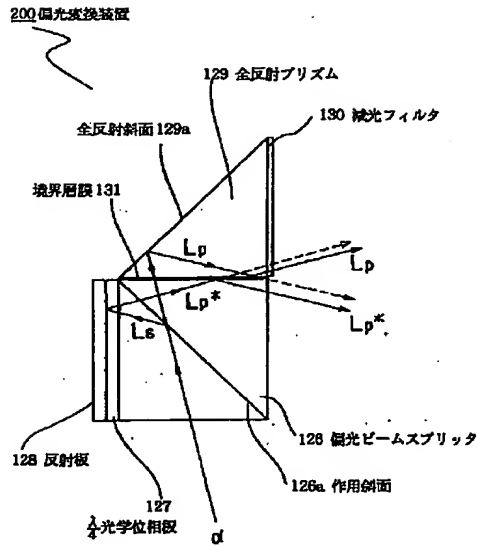
【図7】



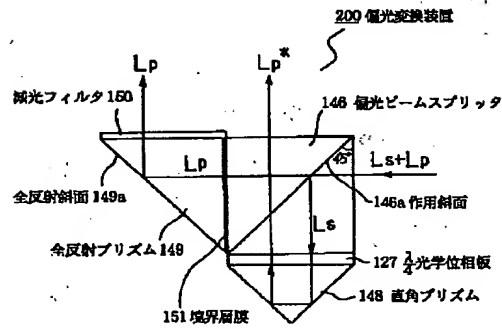
【図20】



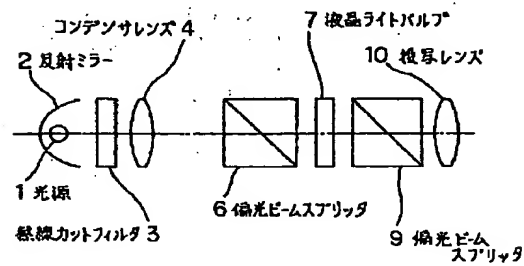
【図6】



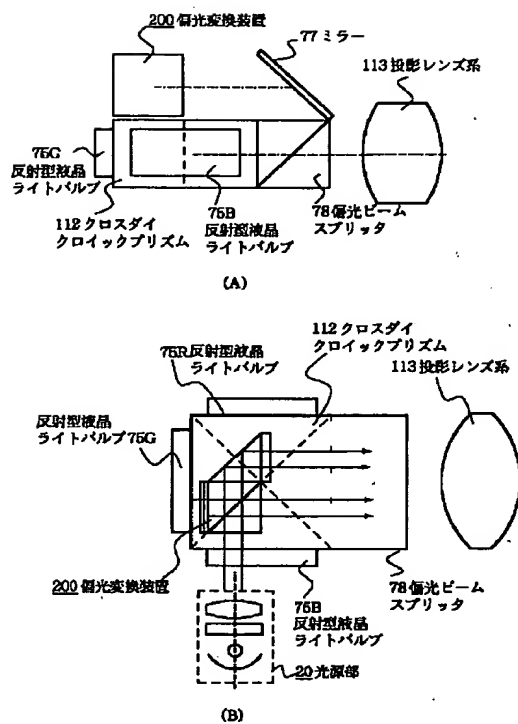
【図8】



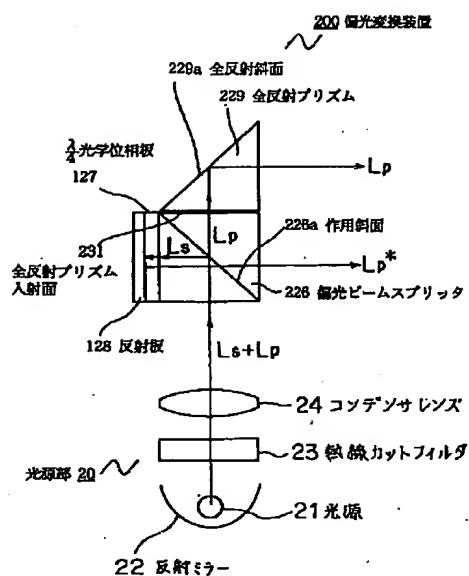
【図21】



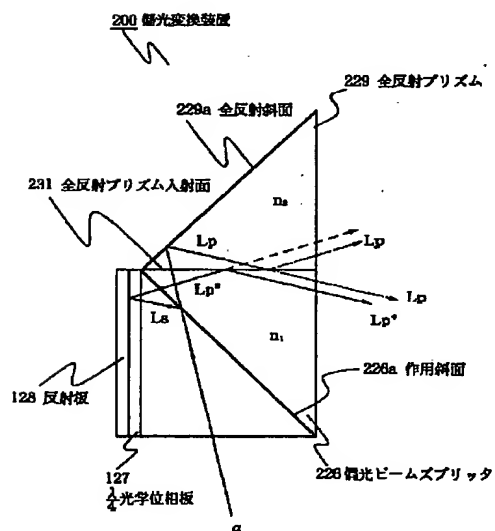
【図9】



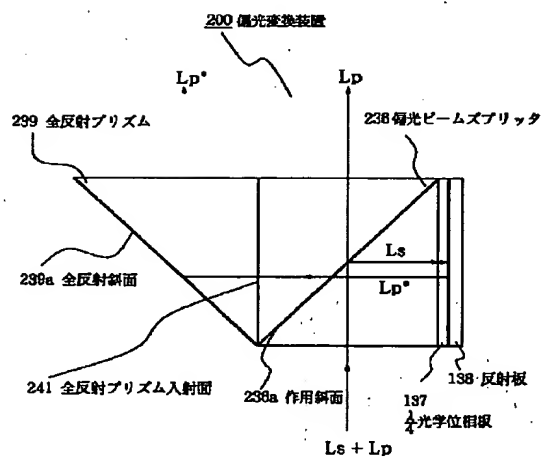
【図10】



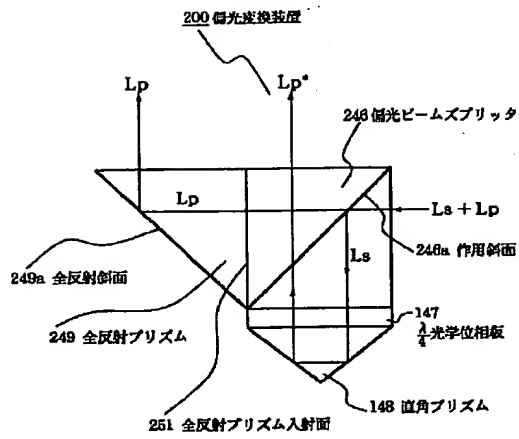
【図11】



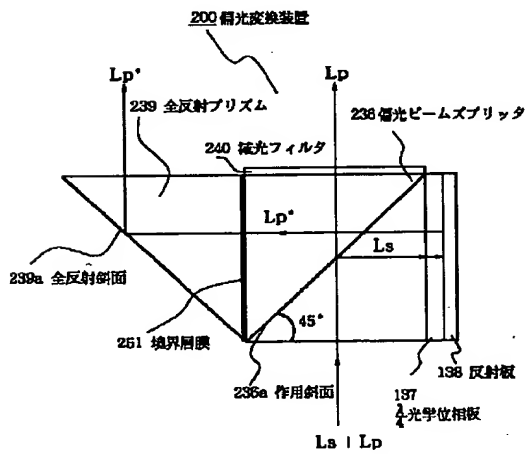
【図12】



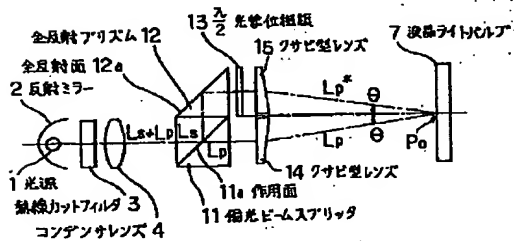
【図13】



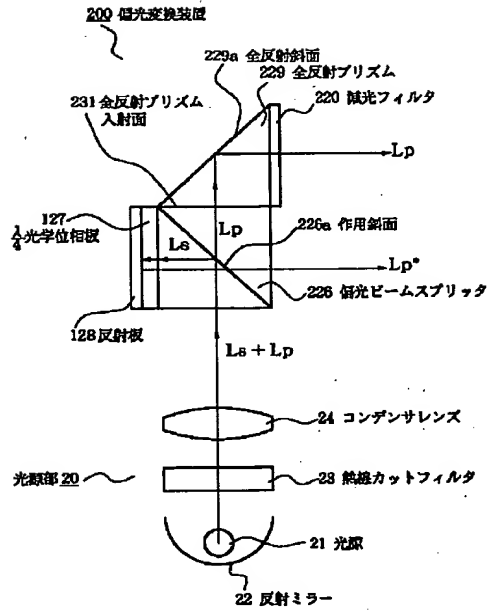
【図15】



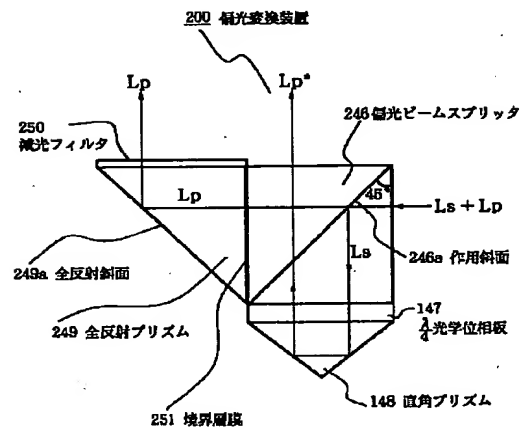
【図22】



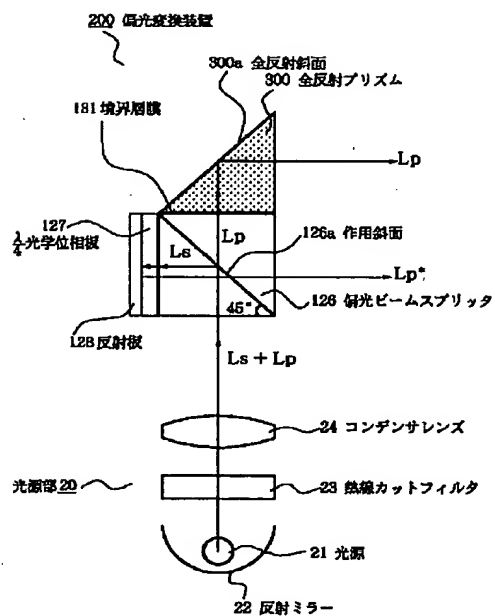
【図14】



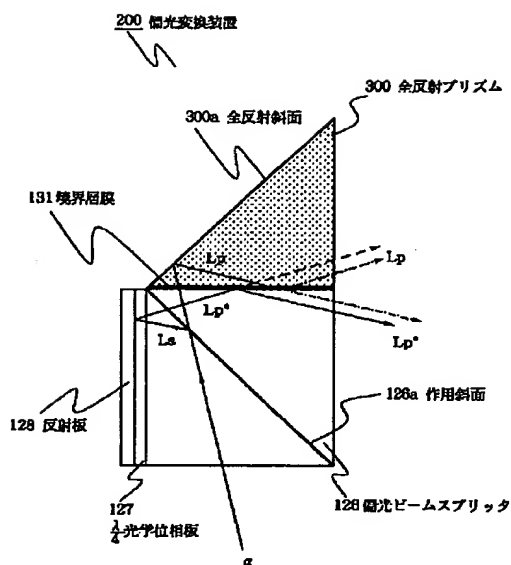
【図16】



【圖 17】



【图 18】



【图 2 3】

